



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10170906 A**(43) Date of publication of application: **26 . 06 . 98**

(51) Int. Cl.

**G02F 1/1335****G02F 1/1335****G02F 1/1335****G02F 1/133**(21) Application number: **08328211**(22) Date of filing: **09 . 12 . 96**(71) Applicant: **HITACHI LTD**(72) Inventor: **KOMURA SHINICHI  
ITO OSAMU****(54) REFLECTION-TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY  
DEVICE**

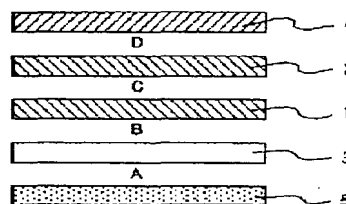
(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make it possible to execute a good black display, which is low in reflectivity and is colorless, by using two sheets of phase plates and specifying the relation between each of the optical axes of these phase plates, the product of refractive index anisotropy and thickness, and the absorption axis of a polarizing plate.

**SOLUTION:** This liquid crystal display device is constituted by successively laminating the polarizing plate 4, the phase plate 2, the phase plate 1, STN liquid crystals 3 and a reflection plate 5 from an external light incident side. The liquid crystal molecules in an liquid crystal layer has a twisted structure of 220 to 260° in twist angle  $\theta$ . The product  $\Delta n d$  of the refractive index anisotropy of  $\Delta n$  of the liquid crystals and the thickness  $d$  of the liquid crystal layer 3 is 0.5 to 0.8  $\mu\text{m}$ . The conditions, such as  $-105^\circ < \phi_{11} - \phi_{10} < -10^\circ$ ,  $-85^\circ < \phi_{22} - \phi_{21} < -20^\circ$ ,  $-50^\circ < \gamma - \phi_{22} < -80^\circ$ ,  $0.02 \mu\text{m} < \Delta n d_1 < 0.18 \mu\text{m}$ ,  $0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_2 < 0.42 \mu\text{m}$  are satisfied when the orientation direction of the liquid crystal molecules on the substrate surface on a first refractive film side is defined as  $\phi_{10}$ , the direction of the absorption axis

of the polarizing plate 4 as  $\gamma$ , the directions of the optical axes of the two double refractive films as  $\phi_{11}$ ,  $\phi_{22}$ , and the  $\Delta n d$  of the two double refractive films as  $\Delta n d_1$  and  $\Delta n d_2$ .

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-170906

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月26日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
G 0 2 F 1/1335	5 1 0	G 0 2 F 1/1335 5 1 0
	5 0 5	5 0 5
	5 2 0	5 2 0
1/133	5 0 0	1/133 5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-328211

(22) 出願日 平成8年(1996)12月9日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 小村 真一

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 伊東 理

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)

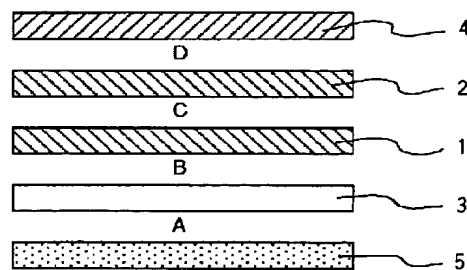
(54) 【発明の名称】 反射型液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 高反射率でかつ影の生じない反射型液晶表示装置において、暗表示時の反射率が低くかつ無彩色である良好な黒表示の実現にある。

【解決手段】 外光の入射する側から、偏光板4、位相板2、位相板1、STN液晶3、反射板5を順次積層した構成からなり、位相板1および位相板2の光学軸、屈折率異方性 $\Delta n$ と厚さ $d$ の積( $\Delta n d$ )および偏光板4の吸収軸の関係を特定した反射型液晶表示装置。

図 1



1…位相板 2…位相板 3…STN液晶 4…偏光板 5…反射板

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 反射板、電極を有する一対の基板間に液晶層を挿入した液晶セル、第1の複屈折性フィルム、第2の複屈折性フィルム、偏光板が前記の順に配置され、前記液晶層内の液晶分子が反射板側基板から対向基板に向かってツイスト角 $\theta$ が $220^\circ \sim 260^\circ$ のツイスト構造を有し、前記液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ と前記液晶層の厚さ $d$ との積 $\Delta n d$ が $0.5 \sim 0.8 \mu\text{m}$ であり、前記第1の複屈折性フィルム側の基板面上の液晶分子の配向方向を $\phi_0$ 、偏光板の吸収軸の方向を $\gamma$ 、第1、第2の複屈折性フィルムの光学軸の方向を $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、また、第1、第2の複屈折性フィルムの $\Delta n d$ をそれぞれ $\Delta n d_1$ 、 $\Delta n d_2$ とすると、(I)  $-105^\circ < \phi_1 - \phi_0 < -10^\circ$ 、 $-85^\circ < \phi_2 - \phi_1 < -20^\circ$ 、 $50^\circ < \gamma - \phi_2 < 80^\circ$ 、 $0.02 \mu\text{m} < \Delta n d_1 < 0.18 \mu\text{m}$ 、 $0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_2 < 0.42 \mu\text{m}$ 、または、(II)  $-10^\circ < \phi_1 - \phi_0 < 40^\circ$ 、 $-75^\circ < \phi_2 - \phi_1 < -55^\circ$ 、 $10^\circ < \gamma - \phi_2 < 30^\circ$ 、 $0.12 \mu\text{m} < \Delta n d_1 < 0.24 \mu\text{m}$ 、 $0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_2 < 0.42 \mu\text{m}$ 、または、(III)  $-105^\circ < \phi_1 - \phi_0 < -50^\circ$ 、 $55^\circ < \phi_2 - \phi_1 < 80^\circ$ 、 $-60^\circ < \gamma - \phi_2 < -20^\circ$ 、 $0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_1 < 0.46 \mu\text{m}$ 、 $0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_2 < 0.42 \mu\text{m}$ 、または、(IV)  $25^\circ < \phi_1 - \phi_0 < 75^\circ$ 、 $60^\circ < \phi_2 - \phi_1 < 80^\circ$ 、 $5^\circ < \gamma - \phi_2 < 55^\circ$ 、 $0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_1 < 0.42 \mu\text{m}$ 、 $0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_2 < 0.42 \mu\text{m}$ 、または、(V)  $5^\circ < \phi_1 - \phi_0 < 90^\circ$ 、 $-75^\circ < \phi_2 - \phi_1 < -10^\circ$ 、 $-75^\circ < \gamma - \phi_2 < -10^\circ$ 、 $0.04 \mu\text{m} < \Delta n d_1 < 0.22 \mu\text{m}$ 、 $0.04 \mu\text{m} < \Delta n d_2 < 0.22 \mu\text{m}$ 、または、(VI)  $60^\circ < \phi_1 - \phi_0 < 90^\circ$ 、 $55^\circ < \phi_2 - \phi_1 < 80^\circ$ 、 $-35^\circ < \gamma - \phi_2 < -10^\circ$ 、 $0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_1 < 0.42 \mu\text{m}$ 、 $0.12 \mu\text{m} < \Delta n d_2 < 0.22 \mu\text{m}$ 、のいずれかの条件を満足するよう構成されていることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項2】 前記液晶セルがカラーフィルタを有し、前記反射板を液晶セル内部に備えてなる請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項3】 前記反射板の上にカラーフィルタが設けられている請求項2に記載の反射型液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は液晶表示素子に係り、特に、時分割駆動が可能で、バックライトを用いずに明るい表示を実現する反射型液晶表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 現在、STN (Super Twisted Nematic) -LCDを用いた反射型液晶表示装置が市販されている。しかし、この方式には反射率が低い、表示に影が生じると云った問題がある。

【0003】 STN-LCDでは、反射板と液晶の間には厚さ1mm程度のガラス基板が介在する。一方、画素の大きさは $300 \times 100 \mu\text{m}$ 程度なので、液晶パネルに斜めに入射する光は、入射するときと反射された後では異なる画素を通過する。従って、この液晶表示装置を斜めから見ると、あたかも表示物の影が反射板に映っているかのように見えてしまう。

【0004】 上記の対策として、偏光板一枚で表示が可能な反射型STN-LCD (単偏光板型STN-LCD) を用いる方法が提案 (94年液晶討論会予稿集, p. 206-207) されている。

【0005】 従来のSTN-LCDでは、所定の直線偏光以外の光を吸収する偏光板が二枚必要なのに対し、単偏光板型STN-LCDでは一枚で表示が可能であるため、反射率を向上させることができる。

【0006】 また、従来のSTN-LCDでは、液晶パネルに貼り付けた偏光板の外側に反射板を設ける必要があったが、単偏光板型STN-LCDでは反射板側の偏光板が省略されるので、反射板を液晶パネル内に設けて、前記の影の問題を解決することが可能である。

【0007】 この方式は一枚の偏光板、反射板を内蔵したSTN液晶セル、偏光板と液晶セルの間に設けた複屈折性を有するフィルム (位相板) からなる。位相板はモノクロ表示を実現するように最適化されている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】 前記従来技術には、良好な黒表示が実現できないと云う問題がある。良好な黒表示を実現するためには、 $400 \sim 700 \text{nm}$ の可視波長域において十分に低い反射率を実現する必要がある。

【0009】 しかしながら、従来技術のように位相板を一枚用いた単偏光板型STN-LCDでは、特定の波長に対してのみ低い反射率が実現され、全ての波長域にわたり低い反射率を実現することはできない。通常は視感度の高い緑の波長に対して、低い反射率が実現できるよう位相板を最適化してあるが、他の波長に対しては必ずしも低い反射率は実現されていない。その結果、青みがかった黒や茶色となってしまう、良好な黒色表示は実現できなかった。

【0010】 本発明の目的は前記従来技術の課題を解決し、反射率が低く、かつ、無彩色である良好な黒表示を実現する反射型液晶表示装置を提供することにある。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】 前記課題を解決するために、位相板を二枚用い、かつ、位相板の光学軸、屈折率異方性 $\Delta n$ と厚さ $d$ の積 ( $\Delta n d$ )、偏光板の吸収軸との関係を特定した。

【0012】 即ち、反射板、電極を有する一対の基板間に液晶層を挿入した液晶セル、第1の複屈折性フィルム、第2の複屈折性フィルム、偏光板が前記の順に配置され、前記液晶層内の液晶分子が反射板側基板から対向

基板に向かってツイスト角 $\theta$ が $220^\circ \sim 260^\circ$ のツイスト構造を有し、前記液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ と前記液晶層の厚さ $d$ との積 $\Delta n d$ が $0.5 \sim 0.8 \mu\text{m}$ であり、前記第1の複屈折性フィルム側の基板面上の液晶分子の配向方向を $\phi_0$ 、偏光板の吸収軸の方向を $\gamma$ 、第1、第2の複屈折性フィルムの光学軸の方向を $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、また、第1、第2の複屈折性フィルムの $\Delta n d$ をそれぞれ $\Delta n d_1$ 、 $\Delta n d_2$ とすると、(I)  $-105^\circ < \phi_1 - \phi_0 < -10^\circ$ 、 $-85^\circ < \phi_2 - \phi_1 < -20^\circ$ 、 $50^\circ < \gamma - \phi_2 < 80^\circ$ 、 $0.02 \mu\text{m} < \Delta n d_1 < 0.18 \mu\text{m}$ 、 $0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_2 < 0.42 \mu\text{m}$ 、または、(II)  $-10^\circ < \phi_1 - \phi_0 < 40^\circ$ 、 $-75^\circ < \phi_2 - \phi_1 < -55^\circ$ 、 $10^\circ < \gamma - \phi_2 < 30^\circ$ 、 $0.12 \mu\text{m} < \Delta n d_1 < 0.24 \mu\text{m}$ 、 $0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_2 < 0.42 \mu\text{m}$ 、または、(III)  $-105^\circ < \phi_1 - \phi_0 < -50^\circ$ 、 $55^\circ < \phi_2 - \phi_1 < 80^\circ$ 、 $-60^\circ < \gamma - \phi_2 < -20^\circ$ 、 $0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_1 < 0.46 \mu\text{m}$ 、 $0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_2 < 0.42 \mu\text{m}$ 、または、(IV)  $25^\circ < \phi_1 - \phi_0 < 75^\circ$ 、 $60^\circ < \phi_2 - \phi_1 < 80^\circ$ 、 $5^\circ < \gamma - \phi_2 < 55^\circ$ 、 $0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_1 < 0.42 \mu\text{m}$ 、 $0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_2 < 0.42 \mu\text{m}$ 、または、(V)  $5^\circ < \phi_1 - \phi_0 < 90^\circ$ 、 $-75^\circ < \phi_2 - \phi_1 < -10^\circ$ 、 $-75^\circ < \gamma - \phi_2 < -10^\circ$ 、 $0.04 \mu\text{m} < \Delta n d_1 < 0.22 \mu\text{m}$ 、 $0.04 \mu\text{m} < \Delta n d_2 < 0.22 \mu\text{m}$ 、または、(VI)  $60^\circ < \phi_1 - \phi_0 < 90^\circ$ 、 $55^\circ < \phi_2 - \phi_1 < 80^\circ$ 、 $-35^\circ < \gamma - \phi_2 < -10^\circ$ 、 $0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_1 < 0.42 \mu\text{m}$ 、 $0.12 \mu\text{m} < \Delta n d_2 < 0.22 \mu\text{m}$ 、のいずれかの条件を満足するよう構成されていることを特徴とする反射型液晶表示装置にある。

【0013】また、前記液晶セルがカラーフィルタを有し、前記反射板を液晶セル内部に備えた反射型液晶表示装置にある。

【0014】上記において、暗表示時の電圧が前記電極間に印加されている状態で、反射板から液晶セルに円偏光を入射したとき、その光が偏光板へ入射する際に、少なくとも赤、緑、青の波長に対してほぼ直線偏光になり、かつ、その偏光方向が偏光板の吸収軸とほぼ一致するように、前記位相板の光学軸、 $\Delta n d$ を特定する。

【0015】これによって、高反射率で、かつ、影の生じない反射型液晶表示装置で、暗表示時の反射率が低く、かつ、無彩色の黒表示を実現することができる。その作用、効果の詳細については、後に述べる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。

【0017】〔実施例1〕図1は本発明の反射型液晶表示装置の一実施例の構成を示すものである。外光の入射する側から偏光板4、位相板2、位相板1、STN液晶3、反射板5が順次積層された構成となっている。な

お、図1には表示を省略したが、STN液晶3を駆動表示する電圧印加手段を備えている。

【0018】図2は、図1の液晶表示装置の各光学部材の光学角度を示す。偏光板4の吸収軸14、位相板1の光学軸11、位相板2の光学軸12、STN液晶3の位相板側の液晶分子の配向方向10をそれぞれ、 $\gamma$ 、 $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\phi_0$ で定義する。

【0019】STN液晶3の液晶分子は、反射板5側から位相板1側に向けてツイスト構造を有し、位相板1側の液晶分子の配向方向10と、反射板5側の液晶分子の配向方向13とのなす角はツイスト角 $\theta$ で定義される。

【0020】本実施例では、反射板5側から、位相板1側に向かって、反時計回りに液晶分子がねじれて配向している場合を例に説明する。

【0021】各素子の角度はx方向を基準として反時計回りに定義する。さらに、 $\phi_0 = (\theta/2) + 90^\circ$ とした。

【0022】次に、本実施例の液晶表示装置が暗表示時に、赤、緑、青の波長に対して十分に低い反射率を実現するための条件、および、その際の動作について説明する。

【0023】偏光板4側から入射した外光が、偏光板4、位相板2、位相板1、STN液晶3を透過した後、反射板5上、即ち、図1におけるA点において円偏光であれば、この素子の反射率は0となることが知られている。この場合、逆に、A点から円偏光をSTN液晶3に向かって入射するとD点における偏光方向が、偏光板4の吸収軸に平行な直線偏光となる。

【0024】従って、STN液晶3に暗表示時の電圧が印加されている状態で、A点から円偏光を入射したときに、D点における偏光状態が、赤、緑、青の波長に対して、ほぼ同一の直線偏光となり、その偏光方向が偏光板4の吸収軸とほぼ平行になるように、位相板1、2および偏光板4を選択すれば、赤、緑、青の波長に対して十分に低い反射率を実現することができる。

【0025】楕円偏光が、位相板1、2を透過したとき、位相板の光学軸に平行な成分と垂直な成分に位相差が生じるが、両成分の絶対値は変化しない。従って、長辺あるいは短辺が位相板の光学軸に平行で、かつ、位相板を透過する前の楕円偏光を表す楕円を内接する長方形を仮定すると、位相板を透過した後の楕円偏光も、その長方形に内接することになる。このとき位相板で生じる位相差を選べば直線偏光が得られるが、この直線偏光も前記長方形に内接するので、偏光方向は前記長方形の対角方向となる。

【0026】図3は図1におけるC点の赤、緑、青の波長の楕円偏光を示す図である。上記において、同一の直線偏光を得るためには、C点において赤、緑、青の楕円偏光が、D点で赤、緑、青の波長にかかわらず同一の直線偏光を得るためには、図3に示すように、C点での

赤、緑、青の楕円偏光が同一の長方形に内接する必要がある。

【0027】STN液晶の透過直後の偏光状態、即ち、B点では一般にこの条件は満たされていない。従って、一枚の位相板では、波長の違いに拘らず同一の直線偏光を得ることはできない。

【0028】そこで、本実施例では、C点において前記条件を満たすように位相板1を選定する。位相板1の $\Delta n d_1$

$$\cos\left(\delta_0 + \frac{2\pi}{\lambda} \Delta n d_1\right) = \frac{(E_x^2 + E_y^2) \cos^2(\gamma - \phi_2) - E_x^2 \cos^2(\phi_2 - \phi_1) - E_y^2 \sin^2(\phi_2 - \phi_1)}{E_x E_y \sin 2(\phi_2 - \phi_1)}$$

… [1]

【0030】次に、位相板1を透過後のC点における偏光が、位相板2を透過後に、D点において、少なくとも赤、緑、青の波長に対して、その偏光方向が偏光板4の吸収軸に平行な同一の直線偏光となるよう位相板2を選定する。

【0031】位相板2の $\Delta n d$ は、C点における偏光状態を表す複素電界ベクトルの位相板2の光学軸に平行な成分と垂直な成分の位相差 $\delta_1$ 、光の波長 $\lambda$ を用いて次式〔2〕で決定される。

【0032】

〔数2〕

$$\delta_1 + \frac{2\pi}{\lambda} \Delta n d_2 = m\pi \quad (m \text{ は整数}) \quad \dots [2]$$

【0033】赤、緑、青の各波長に対して、前記式〔1〕で位相板1の $\Delta n d$ を、式〔2〕で位相板2の $\Delta n d$ をそれぞれ独立に決定すれば、任意の $\gamma$ 、 $\phi_1$ 、 $\phi_2$ の組み合わせに対して、赤、緑、青の波長の反射率を0とすることが可能である。

【0034】しかしながら、赤、緑、青の波長の $\Delta n d$ の間には、材料によって決まる一定の関係がある。例えば、ポリカーボネートフィルムの場合、赤の波長の $\Delta n d$ は緑の波長の $\Delta n d$ の約0.97倍、青の波長の $\Delta n d$ は緑の波長の $\Delta n d$ の約1.07倍である。従って、一般には赤、緑、青の全ての波長に対して反射率を0とすることはできない。

【0035】そこで、本実施例では、視感度の高い緑の波長に対して、位相板の $\Delta n d$ の値を式〔1〕および式〔2〕から決定し、これを満足する光学部材（材料）を用いることで、赤および青の反射率が十分低くできる $\gamma$ 、 $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\Delta n d_1$ 、 $\Delta n d_2$ の条件を求めた。

【0036】本発明の目的は、位相板が一枚では実現できない暗表示時の良好な黒表示を達成することにあるので、十分に低い反射率としては、位相板が一枚で得られる反射率よりも低い反射率と定義した。

【0037】図4は、位相板一枚により実現できる暗表示の赤の反射率 $R_R$ と青の反射率 $R_B$ の平均値 $(R_R + R_B)/2$  (%)と、STN液晶の $\Delta n d$ との関係を示した

$n d$ は、B点における楕円偏光を表す複素電界ベクトルの位相板1の光学軸に平行な成分の絶対値 $E_x$ 、垂直な成分の絶対値 $E_y$ 、平行な成分と垂直な成分の位相差 $\delta_0$ 、位相板1の光学軸 $\phi_1$ 、位相板2の光学軸 $\phi_2$ 、偏光板の吸収軸 $\gamma$ 、光の波長 $\lambda$ を用いて、次式〔1〕で決定される。

【0029】

〔数1〕

ものである。

【0038】STN液晶3のツイスト角は $220^\circ$ 、 $240^\circ$ 、 $260^\circ$ の場合を示す。位相板の $\Delta n d$ の値は緑の波長に対して、STN液晶透過後の偏光が、位相板を透過した後に直線偏光となるように選び、偏光板の吸収軸の方向を直線偏光の偏光方向に一致させた。

【0039】この場合、 $(R_R + R_B)/2$ の値は位相板の光学軸に依存するので、光学軸を変えたときに得られる $(R_R + R_B)/2$ の最小値をプロットした。

【0040】ここで、反射率は素子に垂直に光を入射したときの垂直方向の反射光で定義した。この条件では、 $240^\circ$ ツイストのSTN液晶セルで $\Delta n d = 0.58 \mu m$ のとき暗表示の反射率が最小となる。そこで、この反射率を基準反射率と定義して、赤、青の反射率がこの基準反射率よりも低くなる条件を求めた。

【0041】本実施例において、赤、青の反射率が基準反射率よりも低くなる時の $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\gamma$ 、 $\Delta n d_1$ 、 $\Delta n d_2$ の組み合わせは以下に示すcase I～VIの6つのケースに分類できる。なお、STN液晶セルのツイスト角を $220^\circ \sim 260^\circ$ 、 $\Delta n d$ を $0.5 \sim 0.8 \mu m$ まで変えて検討した。

【0042】図5は、case Iの $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\gamma$ の関係を示す図である。また、図6は $\Delta n d_1$ 、 $\Delta n d_2$ の関係を示す図である。

【0043】パラメータとして、位相板1の光学軸11が位相板側の液晶分子の配向方向10に対してなす角 $\phi_1 - \phi_0$ 、位相板2の光学軸12が位相板1の光学軸11に対してなす角 $\phi_2 - \phi_1$ 、偏光板4の吸収軸14が位相板2の光学軸12に対してなす角 $\gamma - \phi_2$ をとってプロットすると、赤、青の反射率が基準反射率よりも低くなる条件は図5、6に示すように、次のとおりである。

【0044】

〔数3〕 (I)  $-105^\circ < \phi_1 - \phi_0 < -10^\circ$

$-85^\circ < \phi_2 - \phi_1 < -20^\circ$

$50^\circ < \gamma - \phi_2 < 80^\circ$

$0.02 \mu m < \Delta n d_1 < 0.18 \mu m$

$0.32 \mu m < \Delta n d_2 < 0.42 \mu m$

同様に、case II～VIの $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\gamma$ 、 $\Delta n d_1$ 、 $\Delta n d_2$ の関係を図7～16に示す。

【0045】

【数4】 (II)  $-10^\circ < \phi_1 - \phi_0 < 40^\circ$

$-75^\circ < \phi_2 - \phi_1 < -55^\circ$

$10^\circ < \gamma - \phi_2 < 30^\circ$

$0.12 \mu\text{m} < \Delta n d_1 < 0.24 \mu\text{m}$

$0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_2 < 0.42 \mu\text{m}$

(III)  $-105^\circ < \phi_1 - \phi_0 < -50^\circ$

$55^\circ < \phi_2 - \phi_1 < 80^\circ$

$-60^\circ < \gamma - \phi_2 < -20^\circ$

$0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_1 < 0.46 \mu\text{m}$

$0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_2 < 0.42 \mu\text{m}$

(IV)  $25^\circ < \phi_1 - \phi_0 < 75^\circ$

$60^\circ < \phi_2 - \phi_1 < 80^\circ$

$5^\circ < \gamma - \phi_2 < 55^\circ$

$0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_1 < 0.42 \mu\text{m}$

$0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_2 < 0.42 \mu\text{m}$

(V)  $5^\circ < \phi_1 - \phi_0 < 90^\circ$

$-75^\circ < \phi_2 - \phi_1 < -10^\circ$

$-75^\circ < \gamma - \phi_2 < -10^\circ$

$0.04 \mu\text{m} < \Delta n d_1 < 0.22 \mu\text{m}$

$0.04 \mu\text{m} < \Delta n d_2 < 0.22 \mu\text{m}$

(VI)  $60^\circ < \phi_1 - \phi_0 < 90^\circ$

$55^\circ < \phi_2 - \phi_1 < 80^\circ$

$-35^\circ < \gamma - \phi_2 < -10^\circ$

$0.32 \mu\text{m} < \Delta n d_1 < 0.42 \mu\text{m}$

$0.12 \mu\text{m} < \Delta n d_2 < 0.22 \mu\text{m}$

以上のように、 $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\gamma$ 、 $\Delta n d_1$ 、 $\Delta n d_2$ を、上記のcase I～VIのいずれかの条件に設定することによって、暗表示における赤、緑、青の反射率が十分に低い反射型液晶表示装置を実現することができる。

【0046】以下に、case I～VIの代表的な例をとって、その反射率－印加電圧特性、および、反射率－波長特性について説明する。

【0047】case I、II、III、IV、V、VIの反射率－印加電圧特性を図17、19、21、23、25、27に、また、その反射率－波長特性を図18、20、22、24、26、28に示す。

【0048】なお、反射率－波長特性では、液晶表示装置を1/240デューティ駆動のときの明表示、暗表示時の特性を示した。それぞれの場合のSTN液晶3のツイスト角 $\theta$ 、 $\Delta n d$ 、位相板1の光学軸 $\phi_1$ 、 $\Delta n d_1$ 、位相板2の光学軸 $\phi_2$ 、 $\Delta n d_2$ 、偏光板4の吸収軸 $\gamma$ を表1に示す。

【0049】

【表1】

表 1

	ツイスト角	液晶の $\Delta n d$	$\gamma$	$\phi_1$	$\phi_2$	$\Delta n d_1$	$\Delta n d_2$
case I	240°	0.7 $\mu\text{m}$	0°	-20°	-75°	0.04 $\mu\text{m}$	0.39 $\mu\text{m}$
case II	260°	0.7 $\mu\text{m}$	-5°	45°	-25°	0.17 $\mu\text{m}$	0.40 $\mu\text{m}$
case III	260°	0.8 $\mu\text{m}$	0°	-45°	30°	0.45 $\mu\text{m}$	0.40 $\mu\text{m}$
case IV	220°	0.7 $\mu\text{m}$	-10°	80°	-30°	0.38 $\mu\text{m}$	0.40 $\mu\text{m}$
case V	240°	0.6 $\mu\text{m}$	0°	85°	40°	0.17 $\mu\text{m}$	0.17 $\mu\text{m}$
case VI	240°	0.6 $\mu\text{m}$	-30°	-80°	-10°	0.39 $\mu\text{m}$	0.18 $\mu\text{m}$

【0050】図17～28において、破線は位相板が一枚の場合に $(R_R + R_B)/2$ が最も低くなる時の特性で本実施例と比較のために示した。

【0051】位相板が一枚の時も二枚の時も、緑の波長に対して反射率が0となるように位相板の $\Delta n d$ が選ばれているので、緑の波長0.55  $\mu\text{m}$ 近傍では、どちらの場合も暗表示は十分低い反射率となっている。しかし、赤および青の波長の0.62  $\mu\text{m}$ 近傍および0.45  $\mu\text{m}$ 近傍では、位相板が一枚の場合に比べ低い反射率に抑えられていることが分かる。

【0052】以上のように、ツイスト角 $\theta$ が220°～260°で、 $\Delta n d$ が0.5～0.8  $\mu\text{m}$ のSTN液晶を用いた図1に示す構成の反射型液晶表示装置において、位相板1の光学軸 $\phi_1$ 、 $\Delta n d_1$ 、位相板2の光学軸

$\phi_2$ 、 $\Delta n d_2$ 、偏光板4の吸収軸 $\gamma$ を、図5～図16に示すcase I～VIのいずれかの範囲に設定することによって、位相板を一枚だけ用いた場合よりも反射率が低く、かつ、無彩色である良好な暗表示が実現できる。

【0053】なお、本実施例においては、 $\gamma$ を偏光板4の吸収軸と定義して説明したが、透過軸としても同等の効果が得られる。

【0054】〔実施例2〕次に、カラーフィルタを組み合わせた例を図29により説明する。

【0055】図29の液晶表示装置は、ガラス基板72、反射板5、透明絶縁体82、透明電極62、STN液晶3、透明電極61、平坦化層81、カラーフィルタ90、ガラス基板71、位相板1、位相板2、偏光板4を順次積層した構成となっている。

【0056】カラーフィルタ90と反射板5は、それぞれ対向するガラス基板71と72上のSTN液晶3側(内側)にそれぞれ設けたが、基板72上に反射板5その上にカラーフィルタ90を設けても同等の効果が得られる。

【0057】また、反射板5の代わりに透明電極62をアルミ等の光を反射する部材にしても同等の効果が得られる。

【0058】本実施例のSTN液晶3のツイスト角 $\theta$ は $220^{\circ} \sim 260^{\circ}$ 、 $\Delta n d$ は $0.5 \sim 0.8 \mu m$ の範囲である。位相板1の光学軸 $\phi_1$ 、 $\Delta n d_1$ 、位相板2の光学軸 $\phi_2$ 、 $\Delta n d_2$ 、偏光板4の吸収軸 $\gamma$ は、図5～図16に示したcase I～VIの範囲のいずれかに設定されている。

【0059】反射板5はアルミ等をガラス基板72に蒸着等によって形成する。さらに、表面が鏡面とならないように拡散性を付与してある。この拡散性付与手段は蒸着前のガラス基板72の表面を粗化するなどによって達成できる。

【0060】カラーフィルタ90と反射板5の間には、透明絶縁体82、透明電極62、STN液晶3、透明電極61、平坦化層81が介在するが、いずれも通常の画素の大きさ( $300 \times 100 \mu m$ 程度)に比べて数 $\mu m$ と薄いので、従来技術で述べたような影の問題は生じない。

【0061】さらに、位相板1の光学軸 $\phi_1$ 、 $\Delta n d_1$ 、位相板2の光学軸 $\phi_2$ 、 $\Delta n d_2$ 、偏光板4の吸収軸 $\gamma$ を、図5～図16に示すcase I～VIの範囲のいずれかに設定しているため、緑の波長だけではなく、赤、青の波長に対しても暗表示時の反射率を低くすることができる。

【0062】本実施例では、例えば、緑の表示を行なう場合に赤、青の画素からの漏れ光を十分に低く抑えることができるので、色純度の高いカラー表示が可能である。これに対し、従来技術では、赤、青の波長に対し暗表示時に十分に低い反射率とできないため、緑の光に対して赤、青の画素からの漏れ光が混色し、色純度が悪くなってしまう。

【0063】このように本発明はカラーフィルタを組み合わせた反射型カラー液晶表示装置において、特に、色純度の高いカラー表示を行なうのに非常に有効である。

【0064】

【発明の効果】本発明によれば、高反射率で、かつ、影の生じない反射型液晶表示装置において、暗表示時の反射率が低く、かつ、無彩色の良好な黒表示を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の液晶表示素子の構成を示す模式断面図である。

【図2】図1の液晶表示素子の各光学部材の光学角度を

示す図である。

【図3】図1のC点における赤、緑、青の波長の楕円偏光を示す図である。

【図4】位相板一枚により実現できる暗表示の赤と青の反射率と位相板の $\Delta n d$ の関係を示す図である。

【図5】本発明の実施例のcase Iの $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\gamma$ の関係を示す図である。

【図6】本発明の実施例のcase Iの $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\Delta n d_1$ 、 $\Delta n d_2$ の関係を示す図である。

【図7】本発明の実施例のcase IIの $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\gamma$ の関係を示す図である。

【図8】本発明の実施例のcase IIの $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\Delta n d_1$ 、 $\Delta n d_2$ の関係を示す図である。

【図9】本発明の実施例のcase IIIの $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\gamma$ の関係を示す図である。

【図10】本発明の実施例のcase IIIの $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\Delta n d_1$ 、 $\Delta n d_2$ の関係を示す図である。

【図11】本発明の実施例のcase IVの $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\gamma$ の関係を示す図である。

【図12】本発明の実施例のcase IVの $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\Delta n d_1$ 、 $\Delta n d_2$ の関係を示す図である。

【図13】本発明の実施例のcase Vの $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\gamma$ の関係を示す図である。

【図14】本発明の実施例のcase Vの $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\Delta n d_1$ 、 $\Delta n d_2$ の関係を示す図である。

【図15】本発明の実施例のcase VIの $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\gamma$ の関係を示す図である。

【図16】本発明の実施例のcase VIの $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\Delta n d_1$ 、 $\Delta n d_2$ の関係を示す図である。

【図17】本発明の実施例のcase Iの反射率－印加電圧特性を示す図である。

【図18】本発明の実施例のcase Iの反射率－波長特性を示す図である。

【図19】本発明の実施例のcase IIの反射率－印加電圧特性を示す図である。

【図20】本発明の実施例のcase IIの反射率－波長特性を示す図である。

【図21】本発明の実施例のcase IIIの反射率－印加電圧特性を示す図である。

【図22】本発明の実施例のcase IIIの反射率－波長特性を示す図である。

【図23】本発明の実施例のcase IVの反射率－印加電圧特性を示す図である。

【図24】本発明の実施例のcase IVの反射率－波長特性を示す図である。

【図25】本発明の実施例のcase Vの反射率－印加電圧特性を示す図である。

【図26】本発明の実施例のcase Vの反射率－波長特性を示す図である。

【図27】本発明の実施例のcase VIの反射率－印加電

圧特性を示す図である。

【図28】本発明の実施例のcase VIの反射率-波長特性を示す図である。

【図29】本発明の実施例のカラー液晶表示素子の構成を示す模式断面図である。

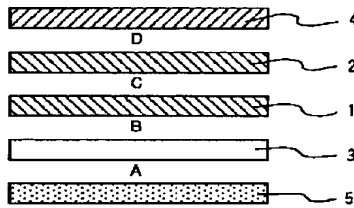
【符号の説明】

1…位相板、2…位相板、3…STN液晶、4…偏光

板、5…反射板、10…STN液晶分子の位相板側の配向方向、11…位相板1の光学軸の方向、12…位相板2の光学軸の方向、13…STN液晶分子の偏光板側の配向方向、14…偏光板の吸収軸、61、62…透明電極、71、72…ガラス基板、81…平坦化膜、82…透明絶縁膜、90…カラーフィルタ。

【図1】

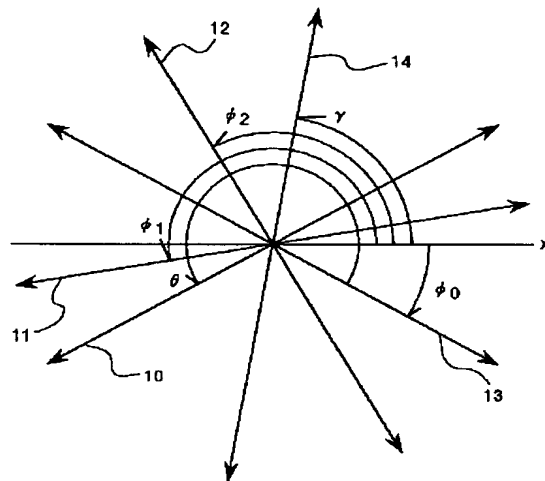
図 1



1…位相板 2…位相板 3…STN液晶 4…偏光板 5…反射板

【図2】

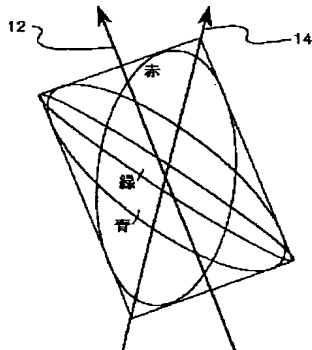
図 2



10…STN液晶分子の位相板側の配向方向 11…位相板1の光学軸の方向  
12…位相板2の光学軸の方向 13…STN液晶分子の偏光板側の配向方向  
14…偏光板の吸収軸

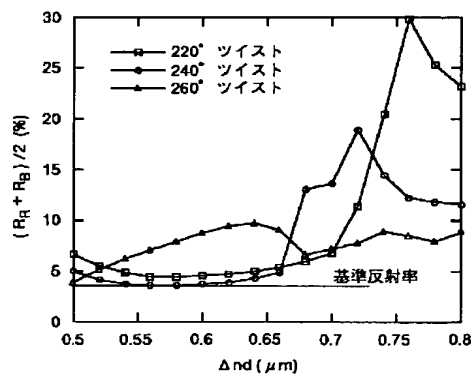
【図3】

図 3



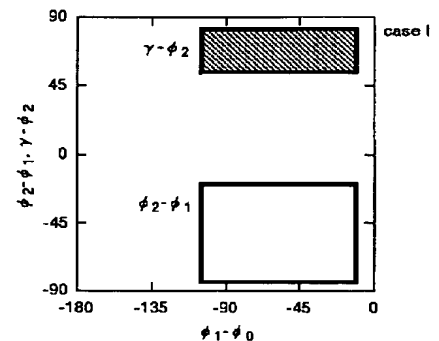
【図4】

図 4



【図5】

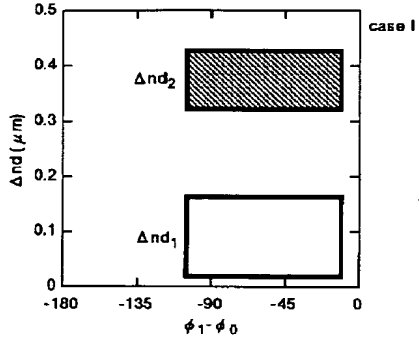
図 5





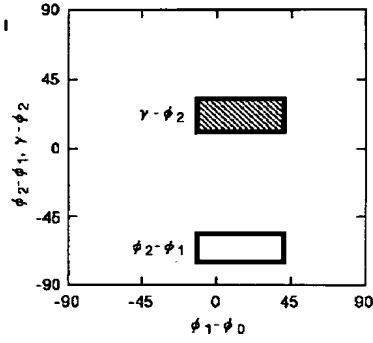
【図 6】

図 6



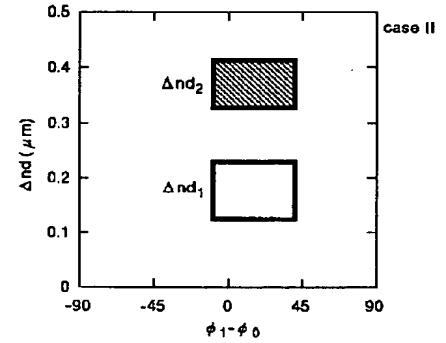
【図 7】

図 7



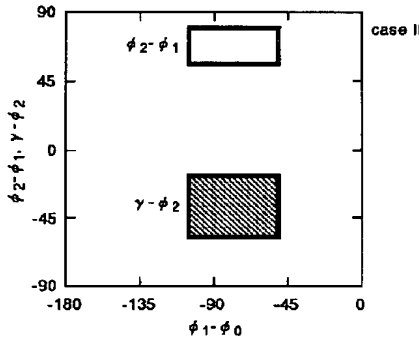
【図 8】

図 8



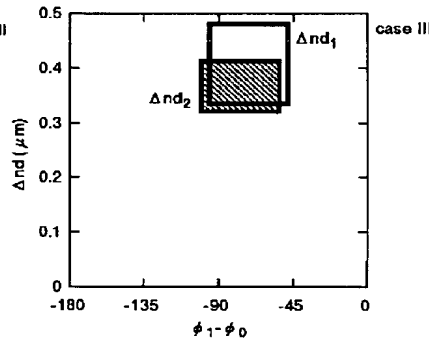
【図 9】

図 9



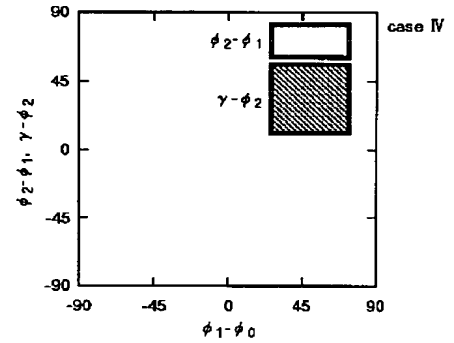
【図 10】

図 10



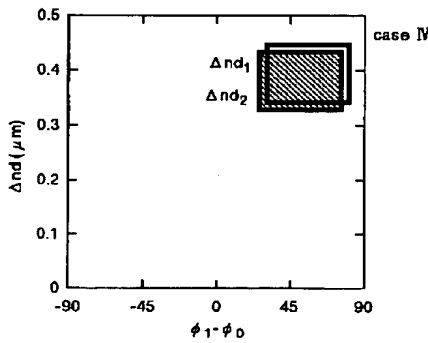
【図 11】

図 11



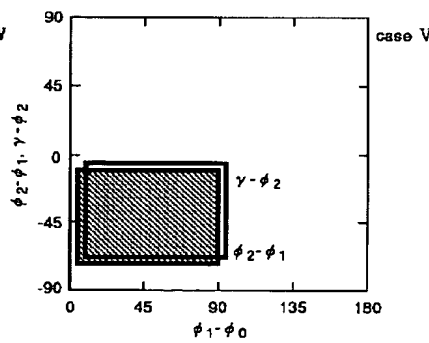
【図 12】

図 12



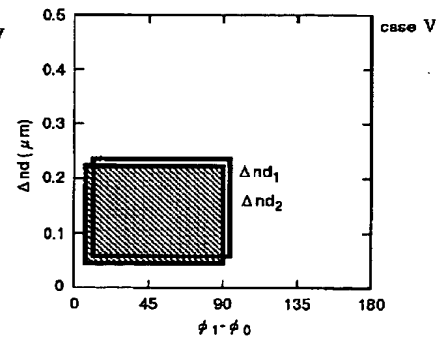
【図 13】

図 13



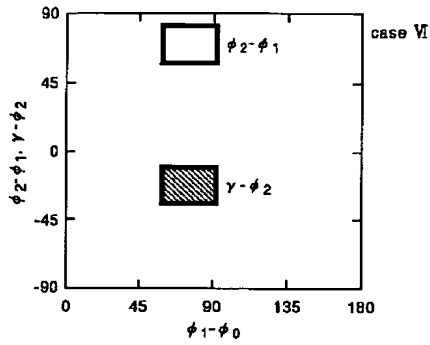
【図 14】

図 14



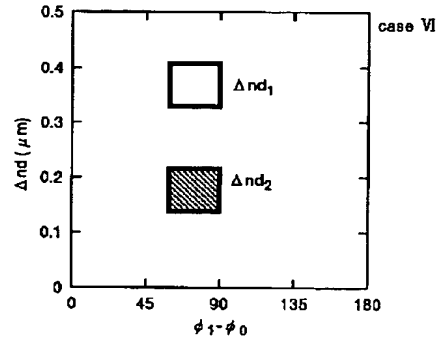
【図15】

図 15



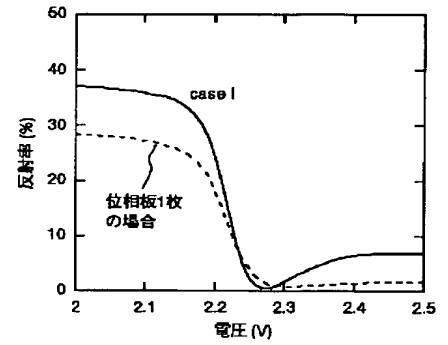
【図16】

図 16



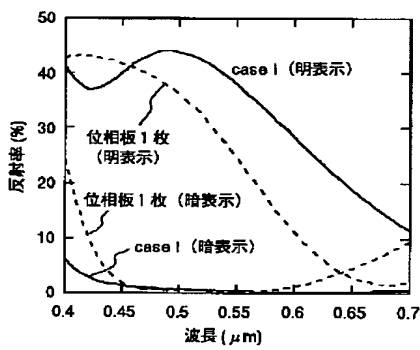
【図17】

図 17



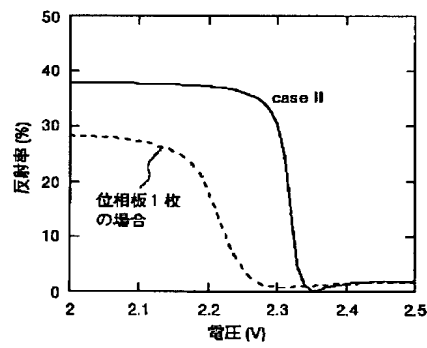
【図18】

図 18



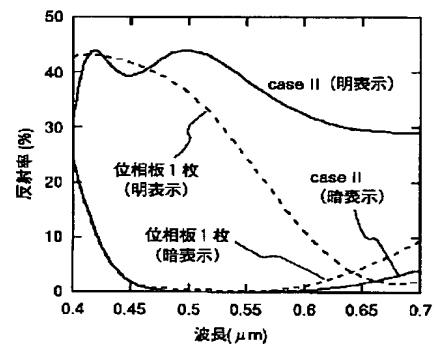
【図19】

図 19



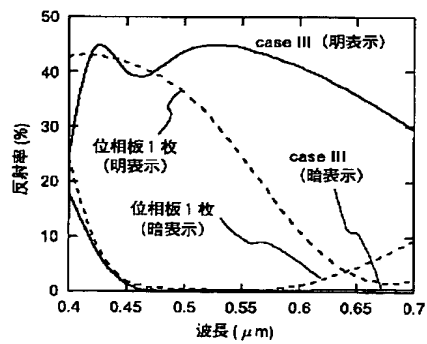
【図20】

図 20



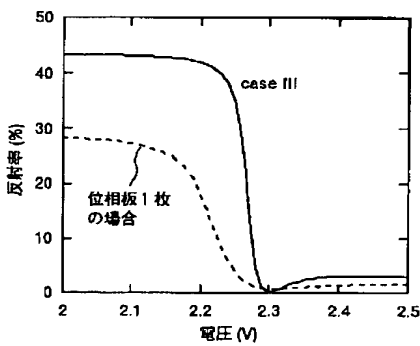
【図22】

図 22



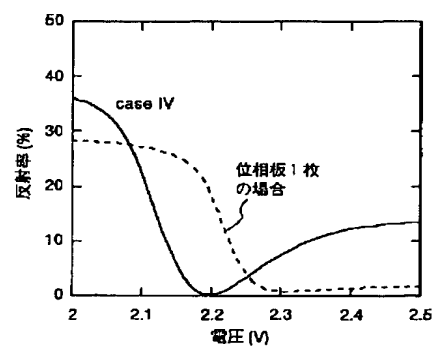
【図21】

図 21



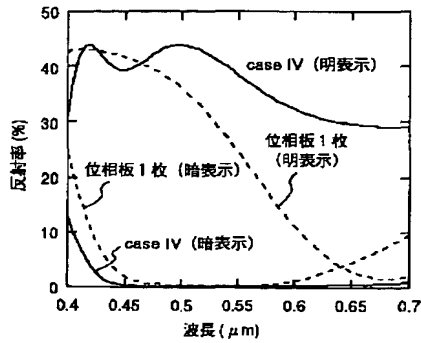
【図23】

図 23



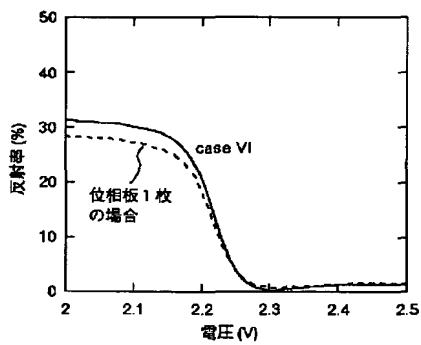
【図24】

図 24



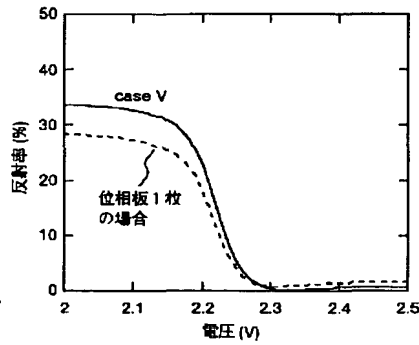
【図27】

図 27



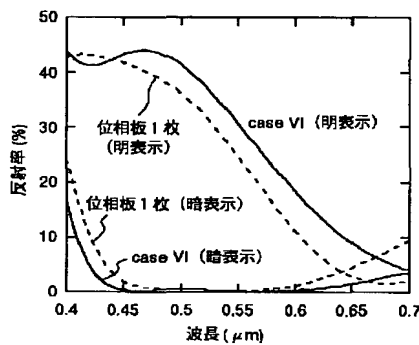
【図25】

図 25



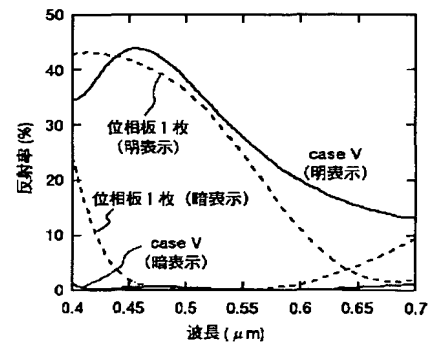
【図28】

図 28



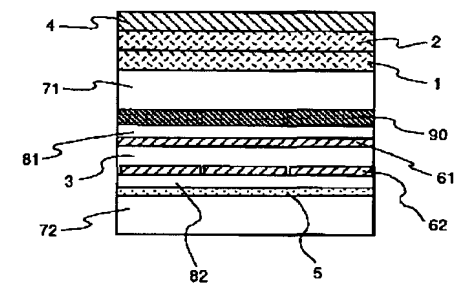
【図26】

図 26



【図29】

図 29



61,62...透明電極 71,72...ガラス基板 81...平坦化膜  
82...透明絶縁膜 90...カラーフィルタ